

固定用ベルトを用いたハンドヘルドダイナモメーターによる股関節外転筋力測定信頼性と妥当性

川口 沙織^{1) 2)}, 五味 雅大¹⁾, 平野 正広¹⁾, 加藤 宗規¹⁾

了徳寺大学・健康科学部理学療法学科¹⁾

学校法人了徳寺大学附属・船堀整形外科²⁾

要旨

本研究は側臥位での等尺性股関節外転筋力測定をハンドヘルドダイナモメーター（HHD）と等速性筋力測定機器（IKD）の2方法で測定し、信頼性と妥当性を検討した。対象は大学生27名（男性17名、女性10名、平均年齢 19 ± 0.5 歳）の右下肢27脚とした。測定は2回実施（30秒以上の休憩）し、約3秒間の最大努力による最大値を採用した。データ分析は、級内相関係数、Pearsonの相関係数とBland Altman分析を用いて行った。結果、test-retestの信頼性について、HHDは $ICC(1,1) = 0.907$ 、IKDは $ICC(1,1) = 0.918$ であった。妥当性について、Pearsonの相関係数は0.717の有意な相関を認めた。Bland Altman分析の結果、固定誤差、比例誤差ともに認めた。よって本測定方法は信頼性・妥当性のある測定方法であることが示唆された。

キーワード：股関節外転筋力，ハンドヘルドダイナモメーター，側臥位

Reliability and validity of the Muscle Strength Test for the Hip Abduction using a Handheld Dynamometer Stabilizing Belt

Saori Kawaguchi^{1) 2)}, Masahiro Gomi¹⁾, Masahiro Hirano¹⁾, Munenori Katoh¹⁾

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Ryotokuji University¹⁾

Funabori Clinic of Orthopedic²⁾

Abstract

The purpose of this study was to measure isometric hip abductor muscle strength with side lying position by two methods [handheld dynamometer (HHD) and isokinetic dynamometer (IKD)] and to examine the reliability and validity of the method by HHD. The participants were 27 college students and the study selected to test only the right hips. Hip abduction was performed with maximum effort for about 3 seconds, and the maximum value during that was adopted. Furthermore, taking a break of 30 seconds or more, measurements were carried out twice. For statistics, intra-class correlation coefficient and Pearson's correlation coefficient and Bland Altman analysis were used. The data analysis was $ICC(1,1) = 0.907$ for HHD, $ICC(1,1) = 0.918$ for IKD. The correlation coefficient of Pearson was found to be a significant correlation of 0.717. Bland Altman analysis confirmed fixed bias. Therefore, the measurement by HHD was considered to be reliable and valid.

Keywords : Hip abductor muscle Hand held dynamometer, Lying position

I. はじめに

股関節外転筋力は、片脚立位時の骨盤安定に大きく関与し、立位バランス能力とともに高い関連を有するとされている¹⁾。臨床においては、高齢者に多いとされる変形性股関節症や大腿骨頸部骨折位などの下肢関節疾患、廃用性の筋力低下などにより起立動作や移動動作などの日常生活動作の自立度に影響を与える因子となっている。

現在、股関節筋力の評価として多く使用されるのは、徒手筋力検査法（Manual Muscle Testing：以下；MMT）であるが、抵抗量の差をもって判断する4（good）と5（Normal）は、検者の体格や性差などによってバイアスが生じるため、評価の信頼性について指摘されている^{2,3)}。これらの問題に対応し、定量評価として Hand-held dynamometer（以下：HHD）が用いられているが、被験者の筋力の大きさや姿勢による代償運動、検者の固定力が弱い場合に生じる信頼性が低下するとされており、先行研究において HHD に関節運動を抑止するための固定用ベルトを装着することにより再現性が高くなることが報告されている⁴⁻⁹⁾。

しかし、固定用ベルトを装着した股関節外転筋力測定において、測定肢位およびベルトの固定方法は複数報告されており、妥当性と信頼性について統一した見解が得られていない。加藤ら¹⁰⁾は、介護ベッド上の背臥位で非測定側の骨盤をベッド端の柵に寄せて、柵と骨盤の間に枕を挟み骨盤を固定した状態で、測定側の大腿骨遠位部あるいは下腿遠位部と非測定側のベッド柵をベルトで連結した方法を採用した。結果、2名の検者による検者間級内相関係数 [ICC (2,1)] は、大腿遠位部で0.87、下腿遠位部で0.88であった。また、等速性筋力測定機器を用いて測定した等尺性筋力値との間における Pearson の相関係数は0.49であった¹¹⁾。Schache¹²⁾らや Thorborg ら¹³⁾は、治療用ベッドを壁に近づけた設定において、非測定側を壁側にした背臥位で、壁に取り付けた手すり和大腿遠位部をベルトで連結した測定方法を採用した。結果、Schache¹²⁾らによる test-retest の値の ICC (3,1)は0.82、Thorborg ら¹³⁾による2名の検者による値の ICC (2,1)は0.85であった。また、Widler ら¹⁴⁾は、治療用ベッドに金属製フレームを取り付けることにより関節運動を抑止する方法を考案し、背臥位、側臥位、立位での測定値を比較した。3つの姿勢間には有意差を認め、大きい方から順に側臥位、立位、背臥位となった。Test-retest 間の級内相関係数 [ICC (2,1)] は側臥位0.90、背臥位0.83、立位0.88であった。山崎ら⁸⁾は、大腿骨遠位部の高さで両脚をベルトで連結し、非測定側の大腿の外側の位置でベルトと非測定側大腿の間に検者の足を差し入れてベルトを踏む方法で生じる関節運動を抑止する方法を考案した。結果、連続2日の級内相関係数 [ICC (1,1)] は0.95、異なる1名の検者との級内相関係数 [ICC (2,1)] は0.92であった。清水ら¹⁵⁾は股関節外転筋力において、側臥位と背臥位での測定を検討した。側臥位での方法は、上側の下肢を測定側として、ベルトの輪の中に測定側を差し入れ、ベッド脚でベルトを踏みつけるようにして関節運動を抑止した。背臥位での方法は、ベルトが両大腿遠位部の高さとしてベルトの輪の中に両脚を差し入れ、両股関節が内外転中間位になるようにベルトの長さを調節して関節運動を抑止した。連続する2回の級内相関係数 [ICC (1,1)] は側臥位が0.83、背臥位が0.97であり、有意に背臥位が側臥位に比較して高い値を示した。

股関節外転筋力測定における信頼性や妥当性は、測定値の比較や解釈を困難とする要因となることが予想され、測定方法の統一、あるいは互換性の検討が望まれる。

II. 目的

本研究の目的は、測定側を上にした側臥位での等尺性股関節外転筋力測定について、関節運動を抑止するためにベルトを用いたハンドヘルドダイナモメーター（Hand-held dynamometer：以下 HHD）によ

る測定値の妥当性と信頼性について、大型の等速性筋力測定機器（Isokinetic dynamometer：以下 IKD）による測定値と比較することであった。

Ⅲ. 方法

対象は、了徳寺大学に在籍する大学生27名（男性17名、女性10名、年齢 19 ± 0.5 歳（平均年齢 \pm 標準偏差）、身長 $169\text{cm} \pm 8.1\text{cm}$ 、体重 $60\text{kg} \pm 8.9\text{kg}$ ）の右下肢27脚であった。なお、股関節の整形外科的疾患や股関節痛を有する脚はなかった。対象者には本研究の概要や目的、内容の説明し同意を得た。

等尺性股関節外転筋力測定に使用した機器は、HHD はアニマ社製の μ Tas F-1（写真1）、IKD は Biode Medical Systems 社の Biodex system 3（写真2）を用いた。

測定する下肢は右側として、HHD、IKD の測定ともに、被検者は治療台上で側臥位となり、測定側の下肢（右下肢）を上にした状態で骨盤をやや前方に倒し、股関節やや伸展位、内外旋・内外転中間位とした。非測定側の下肢（左下肢）は下にして、股関節・膝関節軽度屈曲位として姿勢の安定を図った。

HHD のセンサーパッドの当てる位置は膝関節直上の大腿遠位部外側とし、面ファスナーでセンサーパッドを同部分に固定した。その後ベルトをベッドに巻き付け固定し、検者は代償動作がでないように骨盤固定とセンサーパッド固定をした。センサーパッドは付属の3mm の薄型ゴム製パッドを使用した。IKD のセンサーにつながるアームに取り付けられているパッドは、HHD と同様の位置に当てた実施した。なお、HHD による測定では、大腿骨大転子からセンサーパッド中央までの距離（m）を測定した（写真1）。

測定時間は約3秒間として、その間の最大努力による股関節外転運動を実施した。各測定は、30秒間以上の休憩を挟んで2回実施した。HHD と IKD による測定に先駆け、ウォーミングアップとして検者の徒手による最大下の等尺性運動（最大の50%、75%、100%の筋収縮）を行った。HHD と IKD の順序はランダムとして、各測定回の間には30秒の休息、各測定方法間の間には30分以上の休憩を行った。また、測定値は全測定終了までは被検者に伝えないことにした。

データの分析に際して、HHD による測定値（kgf）を Nm に変換した。そして、HHD と IKD での測定について、2回の測定における test-retest 信頼性（検者内信頼性）の検討として、級内相関係数（Intraclass correlation coefficients: ICC）を用いた。また、IKD を基準とした HHD による測定の妥当性の検討として、2回の測定の最大値を代表値として採用し、Pearson の積率相関分析を用いた。更に、HHD と IKD による測定値の差を Bland Altman 分析を用いた。なお、統計は R2.8.1を用い、有意水準は5%とした。



写真1. 等尺性股関節外転筋力測定方法



写真2. 等尺性股関節外転筋力測定方法

（左：ハンドヘルドダイナモメーター、右：等速性筋力測定機器）

Ⅳ. 倫理的配慮

本研究は、ヘルシンキ宣言（世界医師会）、人を対象とする医学系研究に関する倫理指針（厚生労働省）に則り行われた。また、了徳寺大学の生命倫理審査委員会の承認（承認番号：2709）を得ており、対象には本研究の内容の説明を書面を用いて行い、同意を得た。

Ⅴ. 結果

等尺性股関節外転筋力の平均値は、HHD の1回目が88.5 Nm、2回目が94.4 Nm、最大値が95.7 Nm、IKD の1回目が65.7 Nm、2回目が65.6 Nm、最大値が68.8 Nm であった（表1）。

連続2回の測定における test-retest の信頼性について、ICC（1,1）は、HHD が0.907、IKD が0.918であった（表2）。

IKD を基準とした HHD の測定値の妥当性について、HHD と IKD の最大値における Pearson の相関係数は0.717の有意な相関を認めた（ $p < 0.01$, 図1）。HHD と IKD の最大値における Bland Altman 分析の結果、固定誤差、比例誤差ともに認めた（表3, 図2）。

表1. 等尺性股関節外転筋力 測定結果（Nm）

平均値（標準偏差）		
HHD	1st	88.5 (28.7)
	2nd	94.4 (28.1)
	max	95.7 (28.0)
IKD	1st	65.7 (20.0)
	2nd	65.6 (17.9)
	max	68.8 (19.0)

HDD : Hand-held dynamometer, IKD : Isokinetic dynamometer, 1st : 1回目, 2nd : 2回目, max : 最大値

表2. test-retest 信頼性

	ICC(1,1)	[95%信頼区間]	SEM
HHD	0.907	0.809–0.956	7.74
IKD	0.918	0.830–0.961	5.52

HDD : Hand-held dynamometer, IKD : Isokinetic dynamometer, ICC : intraclass correlation coefficients, SEM : Standard error of measurement

表3. 股関節外転筋力測定における Bland-Altman 分析

測定方法	固定誤差		比例誤差		LOA
	95%信頼区間	p	直線の傾き	p	
IKD－HHD	19.1 ~ 34.5	<0.01	0.44	<0.01	1.95 ~ 51.76

IKD : Isokinetic dynamometer, HDD : Hand-held dynamometer, LOA : limits of agreement

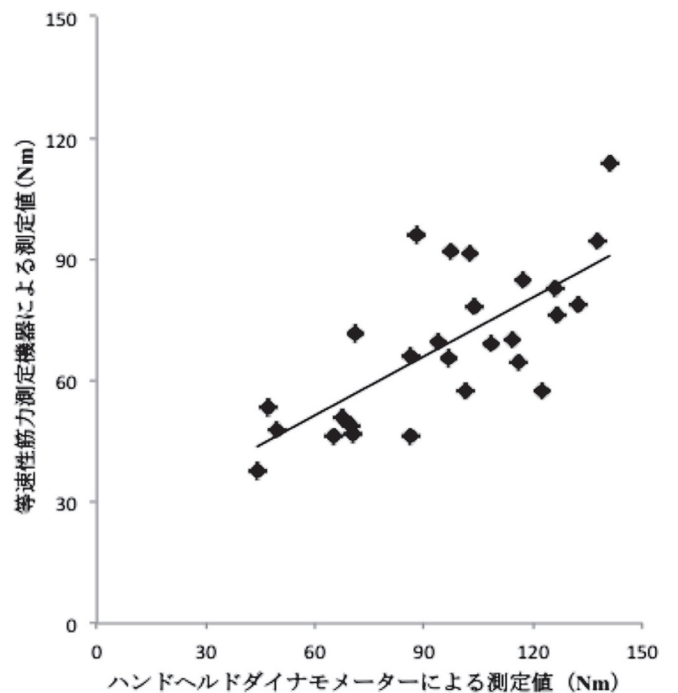


図1. ハンドヘルドダイナモメーターと等速性筋力測定器による股関節外転筋力の比較

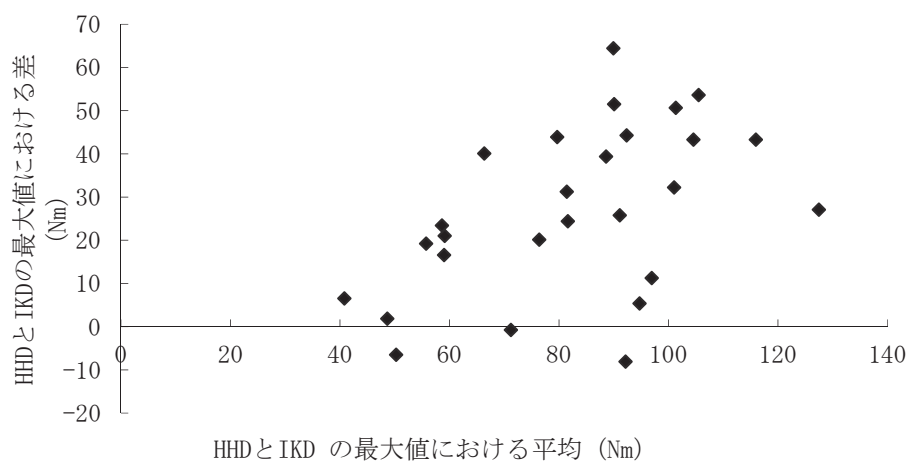


図2. Bland Altman 分析結果 (Bland Altman plot)

VI. 考察

連続した2回測定における test-retest 信頼性について、HHD、IKD とともに ICC は0.9以上であり、信頼性係数が0.90以上で優秀、0.80以上0.90未満で良好、0.70以上0.80未満で普通とされている¹⁷⁾ことから、HHD の test-retest 信頼性は高く、IKD と同等の信頼性が得られることが考えられた。先行研究においても、ベルトやフレームを用いて運動を抑止した HHD による股関節外転筋力測定値の test-retest 信頼性は一貫して高い値が報告されている^{8,12,14,15)}。

Schache¹²⁾ らは ICC (3,1) が0.82, Widler ら¹⁴⁾ は ICC (2,1) が側臥位0.90, 背臥位0.82, 立位0.88, 山崎ら⁸⁾ は ICC (1,1) が0.95, 清水ら¹⁵⁾ は ICC (1,1) が側臥位0.83, 背臥位0.97と報告しており、運動抑止のための固定性に配慮した HHD による股関節外転筋力測定は test-retest の信頼性が高いと考えられた。異なる検者による信頼性についても、先行研究では高い信頼性が報告されており、加藤ら¹⁰⁾ は ICC (2,1) が大

腿遠位部で0.89, 下腿遠位部で0.88, Thorborg ら¹³⁾ は ICC (2,1) が0.85, 山崎ら⁸⁾ は ICC (2,1) が0.92と報告している。今後は、側臥位での測定について HHD および IKD の検者間再現性の検討が考えられた。

運動の抑止にベルトを利用した HHD による股関節外転筋力測定の妥当性について、Kato¹⁾ らは IKD による値との間における Pearson の相関係数は0.49であり、有意な相関を認めなかったが、450 Nm 以上の2名を除外すると0.65, 500Nm 以上の1名を除外すると0.51となり、ともに有意な相関を示した。本研究では、Pearson の相関係数が0.72であり、背臥位における測定よりも、側臥位における測定の妥当性が高い可能性が考えられた。

しかし、本研究の結果、HHD と IKD の測定値の間に系統誤差（固定誤差と比例誤差）を認め、HHD による値が IKD による値より大きい値を示すことが考えられた。本研究では用いた治療ベッド、測定姿勢およびセンサーやパッドを当てる位置は HHD と IKD は同じであり、機器以外は差がない状態であった。HHD のセンサーパッドより IKD のパッドの方が厚く柔らかいことによる違いなど、HHD と IKD による測定の差について、さらに検討する必要があると考えられた。

Ⅶ. 結論

側臥位での等尺性股関節外転筋力測定において、関節運動をベルトで抑止することを併用した HHD による測定の妥当性と信頼性を検討した。IKD による測定値との Pearson の相関係数は0.72であり、妥当性があると考えられた。test-retest の信頼性は HHD, IKD とともに ICC が0.9以上であり、信頼性は高いと考えられた。

Ⅷ. 謝辞

本研究を進めるに当たり、被験者を務めてくれた学生の皆様に感謝の意を表します。また、データ分析・論文作成にご協力いただきました加藤教授、五味講師、平野講師を始めとする理学療法学科教員の皆様に厚く御礼を申し上げます。

Ⅸ. 文献

- 1) 内山靖, 永田晟 (1996) 高齢者の健康・体力－平衡機能－. ヒューマンサイエンス. 9, 49-57.
- 2) 板場英行 (1990) 筋力測定－筋力評価の問題と今後の課題－. 理学療法科学. 17, 236-237.
- 3) 中山彰博 (1996) 理学療法から見た計る. 理学療法科学. 11, 137-143.
- 4) Wikholm JB, Bohannon RW (1991) Hand-held dynamometer measurements: Tester strength makes a difference. JOSPT. 13, 191-198.
- 5) 加藤宗規, 山崎裕司 (2001) ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性膝伸展筋力の測定－固定ベルトの使用が検者間再現性に与える影響－. 総合リハビリテーション. 1047-1050.
- 6) 奈良勲, 州崎俊男, 浅井仁ほか (1990) ダイナモメーターの信頼性－Musculator GT-10の使用経験による－. 理学療法学. 17, 247-250.
- 7) Kramer JF, Margaret D, et al (1991) Reliability of Isometric Hip Abductor During Examiner-and Belt-Resisted Tests. J Gerontol Med Sci. 46 (2), 47-51.
- 8) 山崎裕司, 片岡千春, 大倉三洋ほか (2008) ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性股関節外転筋力の測定－固定用ベルトの使用が再現性に与える影響－. 高知リハビリテーション学院紀要. 10,

61-66.

- 9) 川幅麻美, 吉田啓晃, 木下一雄ほか (2011) ハンドヘルドダイナモメーターを用いた股関節外転筋力測定における対側下肢固定の有無による違い-トルク値・再現性に及ぼす影響-. 第46回日本理学療法学会大会. P11-122.
- 10) 加藤宗規, 山崎裕司 (2003) ハンドヘルドダイナモメーターによる等尺性股外転筋力の測定-固定用ベルトの使用が検者間再現性に与える影響-. 高知リハビリテーション学院紀要. 4, 7-12.
- 11) Katoh M, Hiiragi N, Uchida M. (2011) Validity of isometric muscle strength measurements of the lower limbs using a hand-held dynamometer and belt: a comparison with an isokinetic dynamometer. *Journal of Physical Therapy Science*. 23 (4), 553-557.
- 12) Schache MB, McClelland JA, Webster KE. (2016) Reliability of measuring hip abductor strength following total knee arthroplasty using a hand-held dynamometer. *Disability and Rehabilitation*. 38 (6), 597-600.
- 13) Thorborg K, Bandholm T. (2013) Hip- and knee-strength assessments using hand-held dynamometer with external belt-fixation are inter-tester reliable. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 21, 550-555.
- 14) Widler KS, Glatthorn JF, Bizzini M. (2009) Assessment of Hip Abductor Muscle Strength. A Validity and Reliability Study. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 91, 2666-2672.
- 15) 清水菜穂, 平野正広, 柊幸伸ほか (2017) Hand-held Dynamometerを使用した背臥位での股関節外転筋力測定方法の信頼性についての検討. 了徳寺大学紀要. 11, 171-176.
- 16) 桑原洋一, 齊藤俊弘, 稲垣義明 (1993) 検者内および検者間の Reliability (再現性, 信頼性) の検討. 呼と循. 41 (10), 945-952.

